



(11) **EP 1 813 032 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.02.2009 Patentblatt 2009/09

(51) Int Cl.:
H04B 7/06 ^(2006.01) **H01Q 3/26** ^(2006.01)
H01Q 3/28 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05807888.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2005/002002

(22) Anmeldetag: **08.11.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/050701 (18.05.2006 Gazette 2006/20)

(54) **ANTENNENARCHITEKTUR UND LC-KOPPLER**

ANTENNA ARCHITECTURE AND LC COUPLER

ARCHITECTURE D'ANTENNE ET COUPLEUR LC

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **10.11.2004 DE 102004054442**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.08.2007 Patentblatt 2007/31

(73) Patentinhaber: **Fachhochschule Aachen
52066 Aachen (DE)**

(72) Erfinder: **HEUERMANN, Holger
52223 Stolberg-Breinig (DE)**

(74) Vertreter: **Castell, Klaus
Patentanwaltskanzlei
Liermann - Castell
Gutenbergstrasse 12
D-52349 Düren (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-20/04051878 GB-A- 1 207 511
US-A- 2 657 361 US-A- 3 375 524

- **STEINBUCH, K. RUPPRECHT W.:**
"Nachrichtentechnik Band 1:
Schaltungstechnik" 1982, SPRINGER VERLAG ,
BERLIN HEIDELBERG NEW YORK ,
XP002454519 ISBN: 3-540-11342-8 * Seite 90,
Absatz 2.3.6.2 *

EP 1 813 032 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antennenarchitektur gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] In einem modernen drahtlosen Kommunikationssystemen, wie zum Beispiel dem Mobilfunkstandard UMTS oder in einem drahtlos vernetzten Computernetzwerk, einem so genannten wireless local area network (WLAN), werden die zu übertragenden digitalen Daten über eine Funkverbindung im Gigahertzbereich übertragen. Beispielsweise werden im UMTS Standard Frequenzen zwischen 1,900 und 2,170 GHz und für ein WLAN Frequenzen um 2,4 GHz genutzt. Für Funksignale dieser Frequenzen liegen die Wellenlängen bei einigen Zentimetern und damit im Mikrowellenbereich. Funksignale dieser Wellenlänge sind damit durch vergleichsweise kleine Objekte zu stören, wobei die Störwirkung eines Objekts vom Abstand des Objekts zur Antenne und von der elektrischen Leitfähigkeit des Objekts abhängt. Je geringer der Abstand des Objekts zur Antenne und je größer dessen elektrische Leitfähigkeit ist, umso stärker wird das von der Antenne ausgesendete Funksignal gestört. Dabei kann die Störung einerseits bewirken, dass die Ausbreitung des Funksignals beeinträchtigt wird, andererseits kann das Funksignal in seiner Richtung umgelenkt, insbesondere reflektiert werden, so dass der reflektierte Anteil beispielsweise zur Antenne zurück gelenkt wird.

[0003] Gegebenenfalls, und insbesondere in dem Fall, dass ein elektrisch gut leitendes Objekt sich in der Nähe der Antenne befindet, werden durch ein Objekt nicht nur die ausgestrahlten Signale in ihrer Ausbreitung gestört, sondern es kommt, beispielsweise durch den geringen Abstand, auch zu Veränderungen der Antennencharakteristik, insbesondere des Eingangswiderstands der Antenne.

[0004] In der Praxis sind die Antennen eines solchen UMTS- oder WLAN-Gerätes nahezu direkt einem Leistungsverstärker verbunden, so dass für eine optimale Übertragung der Sendeleistung zwischen dem Leistungsverstärker und der Antenne eine Anpassung der Widerstände vorliegen muss. Im Idealzustand, wenn also kein störendes Objekt in der Nähe der Antenne die Antennencharakteristik verändert, liegt Anpassung vor. Ändert sich jedoch der Eingangswiderstand der Antenne, so führt dies zu einer Veränderung des Arbeitspunktes des Leistungsverstärkers und des Übertragungsverhaltens: In der Praxis steigt der Wert der Error Vector Magnitude (EVM-Wert), die als Maß für die Linearitätsabweichung von Hochfrequenz-Leistungsverstärkern herangezogen wird.

[0005] Zur Erzielung einer hohen Datenübertragungsrate muss jedoch ein lineares Übertragungsverhalten des vorgeschalteten Leistungsverstärkers erreicht werden. Eine Verschiebung des Arbeitspunktes des Leistungsverstärkers, mit der ein steigender EVM-Wert einhergeht, ist damit nachteilig. Versuche, einen Leistungsverstärker in seinem Verhalten so robust auszugestalten,

dass ein elektrisch gut leitendes, nahes Objekt den Arbeitspunkt nicht beeinflusst, sind bis jetzt ohne Erfolg geblieben.

[0006] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass in solchen Systemen so genannte "Isolatoren" eingesetzt werden, die zwischen die Antenne und den Leistungsverstärker geschaltet werden und den Leistungsverstärker von der Antenne "isolieren", um so Rückwirkungen auf den Leistungsverstärker zu verhindern. Diese Isolatoren bewirken damit, dass der Arbeitspunkt des Leistungsverstärkers nicht aus dem Idealpunkt verschoben wird. Weiterhin wird neben diesen aus passiven Bauelementen bestehenden Isolatoren an elektronischen Regellösungen gearbeitet, bei denen elektronische Regler eingesetzt werden. Solche Isolatoren sowie elektronische Regellösungen werden beispielsweise beschrieben in Bezooijen A., Chanlo Ch., Roermund, A.H.M., Adaptively Preserving Power Amplifier Linearity under Antenna Mismatch, IMS2004, Fort Worth.

[0007] Der Einsatz solcher aus dem Stand der Technik bekannten Isolatoren bringt mehrere Nachteile mit sich. Isolatoren sind teuer, sie benötigen viel Raum und weisen im Vergleich zu anderen Bauteilen ein hohes Gewicht auf. Weiterhin weisen sie eine hohe Dämpfung auf, so dass die von dem Leistungsverstärker abgegebene Ausgangsleistung nicht optimal an die Antenne übertragen und damit abgestrahlt wird. Dies führt zu einer erhöhten Leistungsaufnahme durch den Verstärker und damit insbesondere in batteriebetriebenen Mobilfunkgeräten, wie beispielsweise UMTS-Mobiltelefonen, so genannten Handsets, dazu, dass die Batterien bzw. Akkus schnell leer sind. Weiterhin können die auf elektronischer Regelung basierenden Isolatoren auf Grund des zurückgeführten Regelkreises zur Instabilität neigen, was gegebenenfalls weitere unerwünschte Störungen verursacht. Der Einsatz derartiger Isolatoren zur Entkopplung der Antenne von dem Leistungsverstärker ist somit zwar möglich, jedoch mit großen Nachteilen und Schwierigkeiten verbunden.

Eine gattungsgemäße Antennenarchitektur ist aus der WO 2004/051878 A1 und der US 3,375,524 bekannt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es somit, eine rückwirkungsfreie und angepasste Antennenarchitektur vorzuschlagen. Um dies zu erreichen soll eine Schaltung vorgeschlagen werden, die mit möglichst wenigen und einfachen Bauelementen realisiert werden kann.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Antennenarchitektur mit den Merkmalen.

[0010] In vorliegendem Zusammenhang umfasst der Begriff "LC-Koppler" sämtlicher Kopplerarchitekturen, die auf "lumped elements", also auf konzentrierte Bauteile, wie SMD-Bauelemente, Dünnschicht oder Dickschichtelemente, Halbleiterelemente, Kondensatoren oder Spulen und ähnliche Baugruppen, zurückgreifen.

[0011] Der LC-Koppler weist ein Lasttor auf, an welchem ein von einer Antenne nicht abgestrahltes und reflektiertes Signal ausgekoppelt werden kann, so dass auf einfache und betriebssichere Weise sichergestellt wird,

dass dieses reflektierte Signal einen Leistungsverstärker nicht mehr erreicht.

[0012] Die vorgeschlagene Antennenarchitektur besteht damit vorzugsweise aus einem viertorigen $0^\circ/90^\circ$ -LC-Koppler und einer Antenne, die aus zwei baugleichen Einzelantennen gebildet ist sowie einem Abschluss- oder Lastwiderstand, der in seinem Widerstandswert der Systemimpedanz angepasst ist. Das Eingangstor des LC-Kopplers wird mit dem Leistungsverstärker verbunden und das Lasttor wird mit dem Abschlusswiderstand abgeschlossen. Jede der beiden baugleichen Einzelantennen wird an jeweils ein Antennentor angeschlossen.

[0013] Der LC-Koppler bewirkt, dass eine vom Ausgang in den LC-Koppler hineinlaufende Welle letztlich in dem angepassten Abschlusswiderstand absorbiert wird. Somit werden Wellenanteile, die an einem nahe an der Antenne befindlichen Objekt reflektiert und von einer der Einzelantennen empfangen werden, in dem Abschlusswiderstand des LC-Kopplers absorbiert und wirken damit nicht auf den Leistungsverstärker zurück. Insofern wirkt der LC-Koppler für diese vom Ausgang her in die Schaltung einlaufenden Wellen wie ein Isolator gegenüber dem Leistungsverstärker, so dass der $0^\circ/90^\circ$ -Koppler in Verbindung mit den beiden Einzelantennen eine Isolatorantenne bildet.

[0014] Zur möglichst einfachen Realisierung einer solchen Antennenarchitektur wird alternativ bzw. kumulativ ein $0^\circ/90^\circ$ -Koppler vorgeschlagen, der ein Eingangstor, ein Lasttor sowie ein weiteres erstes und ein weiteres zweites Tor aufweist, wobei jedes Tor jeweils aus einer ersten und einer zweiten Torklemme gebildet ist. Zwischen den Torklemmen benachbarter Tore befinden sich keine in dem Arbeitsfrequenzbereich wesentlich wirksame, also ohmsche oder sonst wie Signale beeinflussende Bauelemente, so dass zwei Torklemmen benachbarter Tore jeweils zu einer Torklemme zusammenfallen und eine gemeinsame Torklemme bilden können, wobei selbstverständlich vernachlässigbare und nie ganz vermeidbare Restwiderstände, -induktivitäten und -kapazitäten vorliegen bzw. vorliegen können. Eine derartige Anordnung wird vorliegend als kurzgeschlossen bezeichnet, so dass die erste Torklemme des Eingangstores und die erste Torklemme des ersten weiteren Tores kurzgeschlossen sind, die zweite Torklemme des Eingangstores und die erste Torklemme des Lasttores kurzgeschlossen sind, die zweite Torklemme des ersten weiteren Tores und die erste Torklemme des zweiten weiteren Tores kurzgeschlossen sind sowie die zweite Torklemme des zweiten weiteren Tores und die zweite Torklemme des Lasttores kurzgeschlossen sind.

[0015] Damit ist vorzugsweise die erste Torklemme des Eingangstores die erste Torklemme des ersten weiteren Tores und die zweite Torklemme des Eingangstores die erste Torklemme des Lasttores. Die zweite Torklemme des ersten weiteren Tores ist die erste Torklemme des zweiten weiteren Tores und dessen zweite Torklemme ist vorzugsweise die zweite Torklemme des Lasttores. Der $0^\circ/90^\circ$ -Koppler weist somit dann nur vier

Torklemmen auf.

[0016] Der LC-Koppler ist nun dadurch gekennzeichnet, dass die erste Torklemme des Eingangstores über ein erstes LC-Glied mit der zweiten Klemme des zweiten weiteren Tores und die zweite Torklemme des Eingangstores über ein zweites LC-Glied mit der zweiten Torklemme des ersten weiteren Tores verbunden ist, und dass die Dimensionierung der beiden LC-Glieder im vorgesehenen Arbeitsfrequenzbereich zwischen den beiden Signalübertragungspfaden eine Phasenverschiebung von 90° bewirkt.

[0017] Damit lässt sich der $0^\circ/90^\circ$ -Koppler insbesondere mit nur zwei passiven Bauelementen realisieren, die im Bereich der Arbeitsfrequenz des $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers die gewünschte Phasenverschiebung in den Signalübertragungspfaden bewirken.

[0018] Aus dem Stand der Technik sind andererseits Koppler als Möglichkeit bekannt, zwei signalführende Kreise so miteinander zu verbinden, dass ein Austausch der Signale stattfinden kann. So ist in der Fachliteratur, "Messsysteme der Hochfrequenztechnik", Burkhard Schiek, Hütbig Verlag 1984, ein Leitungskoppler als Möglichkeit zur definierten Signalabschwächung oder Signaldämpfung erwähnt, und es ist angegeben, dass Koppler dazu eingesetzt werden können, Signale auf mehrere Tore aufzuteilen. Schließlich ist angegeben, dass Leitungskoppler dafür eingesetzt werden können, zwei Signale mit breitbandig 90° -Phasenverschiebung zu erzeugen. Als Beispiel ist zum einen ein abstrakt skizzierter Ringkoppler angegeben. Weiterhin ist ein resistiver Koppler erwähnt, der ausschließlich Wirkwiderstände, also rein ohmsche Widerstände als Kopplerwiderstände aufweist und für den eine Beispielrechnung zur Bestimmung der Dämpfung angegeben ist. Eine Phasenverschiebung zwischen den Toren ist bei diesem resistiven Koppler auf Grund der Verwendung der reinen Wirkwiderstände nicht möglich. Zu diesem resistiven Koppler ist schließlich angegeben, dass die Kopplerwiderstände auch komplex sein können. So könne beispielsweise der eine Wirkwiderstand durch eine Induktivität und der andere Wirkwiderstand durch eine Kapazität ersetzt sein. Damit sei der Koppler dann zwar verlustlos und zu einem Tor breitbandig entkoppelt, jedoch werde die Kopplung selbst frequenzabhängig.

[0019] Die Verwendung von "lumped elements" ermöglicht es bei den erfindungsgemäßen LC-Kopplern die elektrische Länge auf 20° zu begrenzen. Hierdurch können die entsprechenden Koppler sehr klein gebaut werden und insbesondere auch in mobilen Geräten ohne weiteres zur Anwendung kommen. Andererseits versteht es sich, dass die Begrenzung der elektrischen Länge der Koppler auf 20° bzw. 18° oder insbesondere 15° auch unabhängig von der Verwendung von "lumped elements" vorteilhaft ist, um baulich kleine und robuste Antennenarchitekturen zur rückwirkungsfreien Verbindung einer Antenne mit einem Leistungsverstärker bereitzustellen, bei welchen die Antenne über einen Koppler an den Leistungsverstärker angeschlossen ist, wobei der Koppler

zur Einspeisung des an die Antenne zu übertragenden Signals ein Eingangstor sowie zur Übertragung des Signals an die Antenne ein erstes und ein zweites Antennentor aufweist, wobei die Antenne eine erste und eine zweite, baugleiche Einzelantenne aufweist, wobei die erste Einzelantenne an das erste Antennentor und die zweite Einzelantenne an das zweite Antennentor angeschlossen ist, wobei das Lasttor abgeschlossen ist, und wobei der Koppler das Signal auf das erste Antennentor mit einer ersten Phase und auf das zweite Antennentor mit einer zweiten, um 90° gegenüber der ersten Phase verschobenen Phase überträgt.

[0020] Es gibt nun mehrere Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Antennenarchitektur und den $0^\circ/90^\circ$ -LC-Koppler in vorteilhafter Art und Weise auszugestalten. Im Folgenden werden nun mehrere bevorzugte Ausführungsbeispiele der Antennenarchitektur und des $0^\circ/90^\circ$ -LC-Kopplers anhand von Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigt

- Figur 1: eine schematische Schaltskizze der Antennenarchitektur;
 Figur 2: eine schematische Schaltskizze der Antennenarchitektur mit mehreren, in Reihe geschalteten $0^\circ/90^\circ$ -Kopplern;
 Figur 3: eine Schaltskizze eines $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers; und
 Figur 4: eine Schaltskizze eines $-90^\circ/90^\circ$ -Dual-Band-Kopplers.

[0021] Figur 1 zeigt eine schematische Schaltskizze der Antennenarchitektur 1 mit einem $0^\circ/90^\circ$ -LC-Koppler, einer aus zwei baugleichen Einzelantennen 3a, 3b gebildeten Antenne 3 und einem Abschlusswiderstand 4. Das Eingangstor 5 des $0^\circ/90^\circ$ -LC-Kopplers 2 ist über den nicht phasenverschiebenden Signalübertragungspfad 6 mit dem ersten Antennentor 7 verbunden, an das die Einzelantenne 3a angeschlossen ist. Über den um 90° -phasenverschiebenden Signalübertragungspfad 8 ist der Eingang 5 mit dem zweiten Antennenausgangstor 9 verbunden, an dem die Teilantenne 3b angeschlossen ist. An dem vierten Tor des LC-Kopplers, dem Lasttor 10, ist der in seinem Widerstandswert an die Systemimpedanz des $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers angepasste Abschlusswiderstand 4 angeschlossen.

[0022] Läuft nun eine Welle von einem hier nicht dargestellten Leistungsverstärker über das Eingangstor 5 in den $0^\circ/90^\circ$ -Koppler 2, so wird diese zum Einen über den nicht phasenverschiebenden Signalübertragungspfad 6 zu dem ersten Antennentor 7 und damit auf die Teilantenne 3a übertragen. Zum anderen wird die Welle über den 90° phasenverschiebenden Signalübertragungspfad 8 zu dem zweiten Antennentor 9 und damit auf die zweite Teilantenne 3b übertragen. Das in den $0^\circ/90^\circ$ -Koppler eingespeiste Wellensignal wird so auf die beiden Signalübertragungspfade 6, 8 aufgeteilt und von der ersten Teilantenne 3a ohne Phasenverschiebung und von der zweiten Teilantenne 3b mit einer Phasenverschiebung von 90° abgestrahlt.

[0023] Damit muss jede der Teilantennen 3a, 3b nur die Hälfte der vom Leistungsverstärker abgegebenen Energie abstrahlen, so dass damit die Teilantennen 3a, 3b nur für die Hälfte der vom Leistungsverstärker abgegebenen Energie ausgelegt sein müssen. Damit müssen die Teilantennen 3a, 3b gegenüber der klassischen Lösung mit einer Antenne und Isolatoren nur noch für die halbe Stromtragfähigkeit ausgelegt sein, so dass diese Antennenarchitektur auch in Medien realisiert werden kann, die für den klassischen Aufbau mit einer Antenne kaum möglich war. Die Anordnung wird darüber hinaus auch gegenüber Störeinflüssen wesentlich robuster, da häufig lediglich eine der beiden Teilantennen von einer derartigen Störung erfasst wird.

[0024] Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Richtcharakteristik der Antenne 3 optimiert werden kann, so dass beispielsweise bei einem Mobilfunktelefon die elektromagnetische Belastung eines Benutzers gesenkt werden kann.

[0025] Die Anordnung hat insbesondere den Vorteil, dass eine von einer Antenne reflektierte Welle bzw. eine vom Ausgang in die Schaltung laufende Welle in dem Abschlusswiderstand 4 absorbiert und somit nicht zu dem Eingangstor reflektiert wird.

[0026] Als LC-Koppler kann beispielsweise ein $0^\circ/90^\circ$ Hybrid-Koppler eingesetzt werden, der besonders geeignet ist, wenn die Teilantennen 3a, 3b und das Eingangstor 5 in unsymmetrischer Leitungstechnik aufgebaut werden. Es versteht sich, dass auch andere $0^\circ/90^\circ$ -Koppler zur Anwendung kommen können.

[0027] Figur 2 zeigt eine schematische Schaltskizze der Antennenarchitektur 1 mit mehreren, in Reihe geschalteten $0^\circ/90^\circ$ -Kopplern. Dabei ist der Leistungsverstärker an das Eingangstor 5 des obersten $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers 2 angeschlossen. An das Lasttor 10 des ersten $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers 2 ist das Eingangstor 5 des zweiten $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers angeschlossen. Mehrere $0^\circ/90^\circ$ -Koppler 2 können so in Reihe hintereinander geschaltet sein, wobei ein Eingangstor 5 eines $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers immer an das Lasttor 10 des vorhergehenden $0^\circ/90^\circ$ -Kopplers angeschlossen ist und damit dessen Abschlusswiderstand bildet. Nur der letzte $0^\circ/90^\circ$ -Koppler 2 in der Reihe muss dann mit einem angepassten Abschlusswiderstand 4 abgeschlossen sein. Die $0^\circ/90^\circ$ -Koppler in dieser Reihenschaltung können dann vorteilhaft so ausgelegt sein, dass sie für verschiedene, aneinander angrenzende Arbeitsfrequenzen dimensioniert sind, so dass dadurch eine Ultra-Breitband Antenne bzw. UWB-Antenne (ultra wide band) gebildet ist und damit die Antennenarchitektur über einen breiten Frequenzbereich eingesetzt werden kann. Andererseits können getrennt Frequenzbänder angesteuert werden, wenn die Arbeitsfrequenzen nicht aneinander grenzen.

[0028] Figur 3 zeigt einen $0^\circ/90^\circ$ -Koppler 2, der in der oben beschriebenen Weise nur mit einer Kapazität 11 und einer Induktivität 12 realisiert und damit als LC-Koppler bezeichnet werden kann. Jedes Tor des LC-Kopplers 2 ist aus jeweils zwei Torklemmen gebildet. Jede Tor-

klemme eines Tores ist dabei mit einer Torklemme des jeweils benachbarten Tores über eine ideale Leitung verbunden, so dass jeweils zwei zu einer Torklemme zusammenfallen. So ist beispielsweise die Torklemme 5a des Eingangstores 5 über eine ideale Leitung mit der Torklemme 7a des ersten weiteren Tores 7 verbunden, so dass diese beiden zu einer gemeinsamen Torklemme zusammenfallen. Ebenso fallen die Torklemmen 7b und 10, 10b und 9b sowie 9a und 5b zu jeweils einer gemeinsamen Torklemme zusammen, so dass der LC-Koppler 2 tatsächlich nur vier Torklemmen aufweist. Die Kapazität 11 und die Induktivität 12 sind dabei zwischen diesen vier Torklemmen so geschaltet, dass die Kapazität 11 die gemeinsame Torklemme des Eingangstores 5 und des ersten weiteren Tores 7 mit der gemeinsamen Torklemme des Lasttores 10 und des zweiten weiteren Tores 9, und die Induktivität 12 die gemeinsame Torklemme des Eingangs- 5 und des Antennentores 9 mit der gemeinsamen Torklemme des ersten weiteren Tores 7 und des zweiten weiteren Tores 10 verbindet.

[0029] Die für die Funktion des 0°/90°-Kopplers 2 notwendige Phasenverschiebung erhält man für die vorgegebene Arbeitsfrequenz des LC-Kopplers über eine geeignete Dimensionierung der Kapazität 11 und der Induktivität 12, für die im Folgenden nach den bekannten Rechenregeln ein kurzes Beispiel ausgeführt ist.

[0030] In diesem Beispiel sei die Systemimpedanz des LC-Kopplers $Z_0=50$ Ohm und die Arbeitsfrequenz sei $f_0=2$ GHz. Der Widerstand Z_1 einer Kapazität C und der Widerstand Z_2 einer Induktivität L lassen sich dann bestimmen zu

$$Z_1 = 1/\omega_0 C$$

$$Z_2 = \omega_0 L$$

mit $\omega_0=2\pi f_0$

Mit den für einen Resonanzkreis bekannten Bedingungen

1. $Z_1 + Z_2 = 0$ und
2. $Z_1 \cdot Z_2 = Z_0^2$ lassen sich die Werte für die Induktivität L und der Kapazität C bestimmen zu

$$L = Z_0 / 2\pi f_0 = 3,97 \text{ nH}$$

$$C = 1 / \omega_0^2 L = 1,59 \text{ pF}$$

[0031] Mit dieser Dimensionierung der Kapazität und der Induktivität wird für die gewählte Arbeitsfrequenz von 2 GHz eine Phasenverschiebung von 0° bzw. 90° erreicht.

Damit ist der LC-Koppler ein Mono-Band 0°/90°-Koppler für eine Arbeitsfrequenz von 2GHz.

[0032] Eine Besonderheit dieses 0°/90°-Kopplers ist, dass ein Punkt dieser Schaltung mit Masse verbunden werden darf, so dass zwei unsymmetrische Tore entstehen. Wird beispielsweise die gemeinsame Torklemme des Eingangstores 5 und des Antennentores 9 mit Masse verbunden, so können an diese beiden Tore unsymmetrische Komponenten angeschlossen werden. Somit handelt es sich um einen 0°/90°-Koppler 2 mit integrierter Balunfunktionalität.

[0033] Vertauscht man die Platzierung von Kapazität 11 und Induktivität 12, so ergibt sich ein 0°/-90°-Koppler, der alternativ genutzt werden kann.

[0034] Weiterhin können bei diesem 0°/90°-Koppler die beiden Einzelantennen 3a, 3b und das Eingangstor 5 entweder in symmetrischer Leitertechnik realisiert sein, oder es müssen alle drei Komponenten in unsymmetrischer Leitertechnik realisiert sein. Soll dagegen eine anzuschließende Komponente unsymmetrisch zu den anderen ausgelegt sein, so ist in bekannter Weise zur Wiederherstellung der Symmetrie ein Symmetrierglied zwischen das Tor und die Komponente zu schalten. Hier kann beispielsweise ein so genannter Balun (balanced - unbalanced) eingesetzt werden, der beispielsweise als Transformator realisiert sein kann.

[0035] Figur 4 zeigt eine Schaltskizze, in der ein oben beschriebener Mono-Band-Koppler zu einem -90°/90°-Dual-Band-Koppler 13 weitergebildet ist. Ebenso wie der zuvor beschriebene Mono-Band-0°/90°-Koppler 2 weist der -90°/90°-Koppler 13 ein Eingangstor 5 und ein Antennentor 9 sowie ein erstes weiteres Tor 7 und ein zweites weiteres Tor 10 auf. Die in dem 0°/90°-Koppler eingesetzte Induktivität und die Kapazität sind hier durch einen Parallelschwingkreis, der aus der Induktivität 17 und der Kapazität 16 gebildet ist, bzw. einen Serienschwingkreis, der aus der Kapazität 14 und der Induktivität 15 gebildet ist, ersetzt. Die Funktionsweise für die beiden Arbeitsfrequenzen des Dual-Band-Kopplers 13 ist gleich der des LC- und des CL-Kopplers. Für die tiefere der beiden Arbeitsfrequenzen des Dual-Band-Kopplers 13 wirkt der Dual-Band-Koppler damit als 90°-Koppler und für die höhere Arbeitsfrequenz als -90°-Koppler. Vertauscht man in dieser Variante des Kopplers 13 den Parallel- mit dem Serienschwingkreis, so verhält sich der Dual-Band-Koppler 13 bei der tieferen Arbeitsfrequenz entsprechend als -90°-Koppler und bei der höheren Arbeitsfrequenz als 90°-Koppler. Die jeweiligen Mittenfrequenzen der beiden Arbeitsfrequenzen des Dual-Band-Kopplers müssen dabei in keinem besonderen Abstand zueinander stehen.

Patentansprüche

1. Antennenarchitektur (1) zur rückwirkungsfreien Verbindung einer Antenne (3) mit einem Leistungsverstärker, wobei die Antenne (3) über einen Koppler

(2) an den Leistungsverstärker angeschlossen ist, wobei der Koppler (2) zur Einspeisung des an die Antenne (3) zu übertragenden Signals ein Eingangstor (5) sowie zur Übertragung des Signals an die Antenne (3) ein erstes und ein zweites Antennen-
tor (7, 9) aufweist, wobei die Antenne (3) eine erste und eine zweite Einzelantenne (3a, 3b) aufweist, wobei die erste Einzelantenne (3a) an das erste Antennen-
tor (7) und die zweite Einzelantenne (3b) an das zweite Antennen-
tor (9) angeschlossen ist und wobei der Koppler (2) das Signal auf das erste Antennen-
tor (7) mit einer ersten Phase und auf das zweite Antennen-
tor (9) mit einer zweiten, um 90° gegenüber der ersten Phase verschobenen Phase überträgt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Koppler (2) ein LC-Koppler ist dessen Tore aus jeweils zwei Torklemmen (5a, 5b, 7a, 7b, 9a, 9b, 10a, 10b) gebildet sind, die erste und die zweite Einzelantenne baugleich und die Einzelantennen (3a, 3b) jeweils in symmetrischer Leitertechnik ausgeführt sind, das Lasttor (10) mit einem angepassten Abschlusswiderstand abgeschlossen ist und das Eingangstor (5) in unsymmetrischer Leitungstechnik aufgebaut ist indem die Torklemmen des Eingangstores (5) und des Antennentores (9) mit einander verbander und an Masse gelegt sind, damit der Koppler (2) eine integrierte Balunfunktionalität aufweist.

2. Antennenarchitektur (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abschlusswiderstand (4) mindestens einen weiteren Koppler, vorzugsweise einen weiteren LC-Koppler, mit einer Antenne aufweist und der weitere Koppler zur Einspeisung des an seine Antenne zu übertragenden Signals ein Eingangstor und zur Übertragung des Signals an seine Antenne ein erstes und ein zweites Antennen-
tor und weiterhin ein Lasttor aufweist, dass seine Antenne eine erste und eine zweite, baugleiche Einzelantenne aufweist, wobei seine erste Einzelantenne an sein erste Antennen-
tor und seine zweite Einzelantenne an sein zweite Antennen-
tor angeschlossen ist, dass sein Lasttor abgeschlossen ist, und dass der Koppler das Signal auf sein erstes Antennen-
tor mit einer ersten Phase und auf sein zweites Antennen-
tor mit einer zweiten, um 90° gegenüber der ersten Phase verschobenen Phase überträgt.

Claims

1. An antenna architecture (1) for non-reactive connection of an antenna (3) to a power amplifier, said antenna (3) being connected to said power amplifier through a coupler (2), said coupler (2) comprising an entrance gate (5) for feeding the signal to be transmitted to the antenna (3) as well as a first and a second antenna gate (7, 9) for transmitting the signal to the antenna (3), said antenna (3) comprising a

first and a second individual antenna (3a, 3b), said first individual antenna (3a) being connected to the first antenna gate (7) and said second individual antenna (3b) being connected to the second antenna gate (9) and the coupler (2) transmitting the signal to the first antenna gate (7) with a first phase and to the second antenna gate (9) with a second phase, which is displaced 90° with respect to the first phase, **characterized in that** the coupler (2) is an LC coupler the gates of which are respectively formed from two gate terminals (5a, 5b, 7a, 7b, 9a, 9b, 10a, 10b), that said first and said second individual antenna are built identically and that said individual antennae (3a, 3b) are each implemented in symmetrical conductor technique, that the load gate (10) is terminated with an adapted terminating resistor and that the entrance gate (5) is built in non-symmetrical conductor technique wherein the gate terminals of the entrance gate (5) and of the antenna gate (9) are connected together and grounded for the coupler (2) to comprise an integrated balun function.

2. The antenna architecture (1) as set forth in claim 1, **characterized in that** the terminating resistor (4) comprises at least one additional coupler, preferably an additional LC coupler, with an antenna and that the additional coupler comprises an entrance gate for feeding the signal to be transmitted to its antenna and a first and a second antenna gate for transmitting the signal to its antenna and also a load gate, that its antenna comprises a first and a second individual antenna of identical construction, its first individual antenna being connected to its first antenna gate and its second individual antenna to its second antenna gate, that its load gate is terminated and that the coupler transmits the signal to its first antenna gate with a first phase and to its second antenna gate with a second phase displaced 90° with respect to the first phase.

Revendications

1. Architecture d'antennes (1) pour un raccordement sans rétroaction d'une antenne (3) à un amplificateur de puissance, l'antenne (3) étant raccordée à l'amplificateur de puissance par un coupleur (2), le coupleur (2) comportant un portillon d'entrée (5) pour distribuer le signal qu'il y a lieu de transmettre à l'antenne (3) ainsi qu'un premier et un deuxième portillon d'antenne (7, 9) pour transmettre le signal à l'antenne (3), l'antenne (3) comportant une première et une deuxième antenne individuelle (3a, 3b), la première antenne individuelle (3a) étant raccordée au premier portillon d'antenne (7) et la deuxième antenne individuelle (3b) au deuxième portillon d'antenne (9) et le coupleur (2) transmettant le signal sur le premier portillon d'antenne (7) avec une première phase et

sur le deuxième portillon d'antenne (9) avec une deuxième phase décalée de 90° par rapport à la première phase, **caractérisée en ce que** le coupleur (2) est un coupleur LC dont les portillons sont formés de deux bornes de portillon (5a, 5b, 7a, 7b, 9a, 9b, 10a, 10b) chacun, que la première et la deuxième antenne individuelle sont de construction identique et que les antennes individuelles (3a, 3b) sont chacune réalisées en technique de lignes de transmission symétrique, que le portillon de charge (10) est terminé par une résistance terminale adaptée et que le portillon d'entrée (5) est construit en technique de lignes de transmission asymétrique où les bornes du portillon d'entrée (5) et du portillon d'antenne (9) sont reliées ensemble et sont mises à la terre afin que le coupleur (2) comporte une fonction balun intégrée.

2. Architecture d'antennes (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la résistance terminale (4) comporte au moins un coupleur supplémentaire, de préférence un coupleur LC supplémentaire, avec une antenne et que le coupleur supplémentaire comporte un portillon d'entrée pour distribuer le signal qu'il y a lieu de transmettre à l'antenne et un premier et un deuxième portillon d'antenne pour transmettre le signal à son antenne et qu'il comporte par ailleurs un portillon de charge, que son antenne comporte une première et une deuxième antenne individuelle de construction identique, sa première antenne individuelle étant raccordée à son premier portillon d'antenne et sa deuxième antenne individuelle à son deuxième portillon d'antenne, que son portillon de charge est terminé et que le coupleur transmet le signal sur son premier portillon d'antenne avec une première phase et sur son deuxième portillon d'antenne avec une deuxième phase décalée de 90° par rapport à la première phase.

40

45

50

55

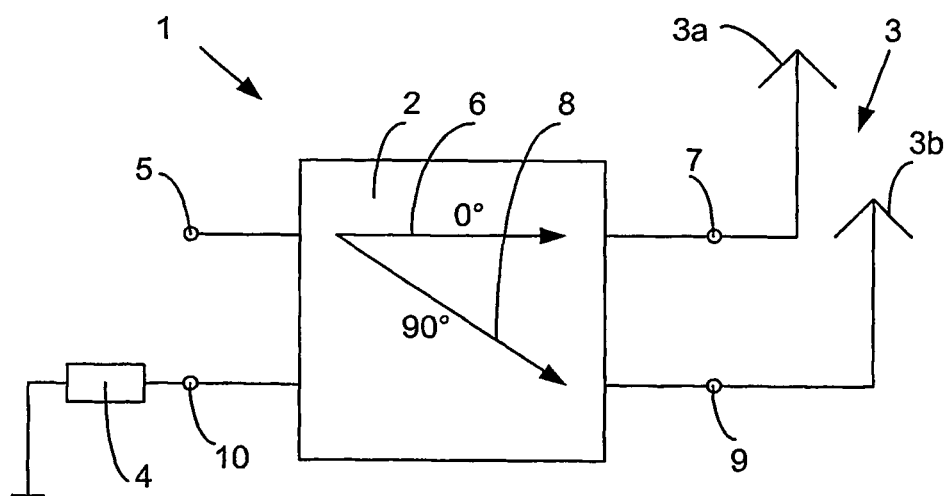


Fig. 1

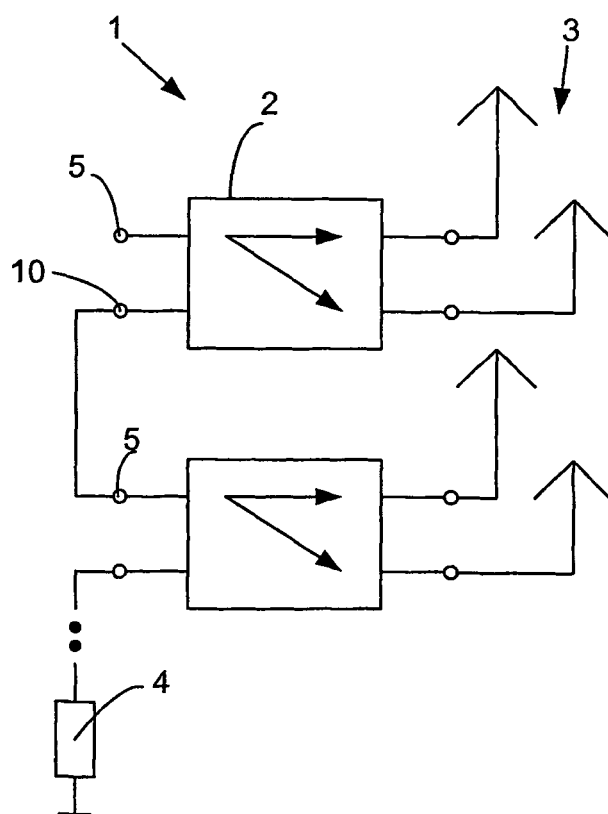


Fig. 2

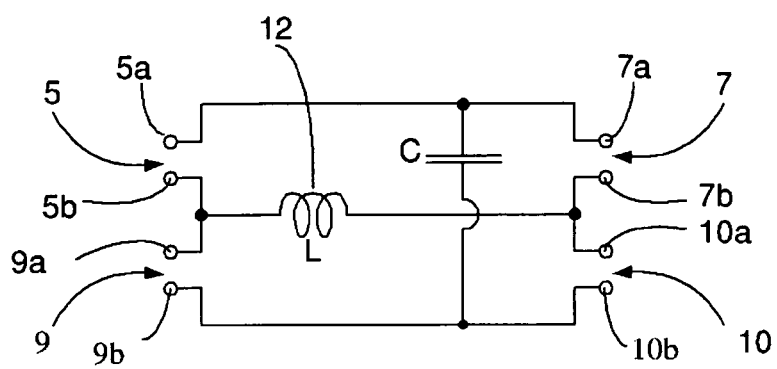


Fig. 3

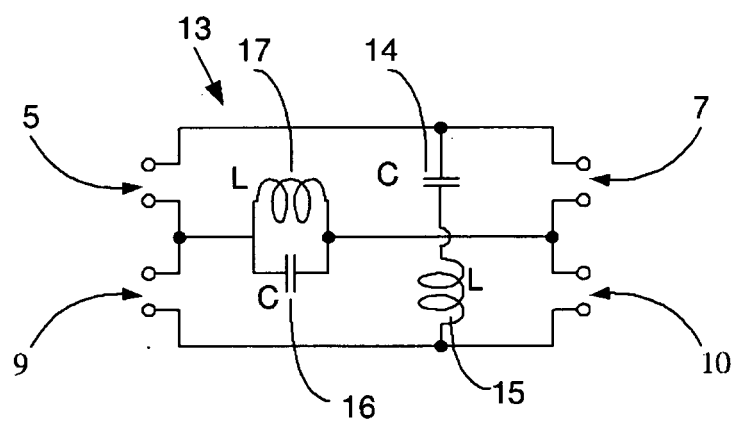


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004051878 A1 [0007]
- US 3375524 A [0007]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **BURKHARD SCHIEK.** Messsysteme der Hochfrequenztechnik. Hütbig Verlag, 1984 [0018]